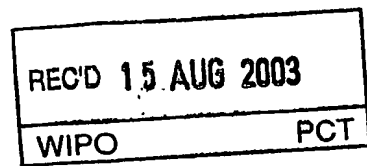


Rec'd PCT/PTO 25 OCT 2004  
PCT/EP 03/04163

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

my

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 19 867.5

**Anmeldetag:** 3. Mai 2002

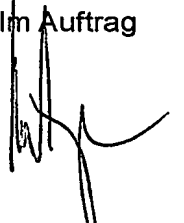
**Anmelder/Inhaber:** Behr GmbH & Co, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Wärmetauscher, insbesondere Ladeluftkühler

**IPC:** F 28 F, F 02 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 29. April 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

  
Hiedinger

5

---

BEHR GmbH & Co.  
Mauserstraße 3, 70469 Stuttgart

---

10

**Wärmetauscher, insbesondere Ladeluftkühler**

15

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, insbesondere einen Ladeluftkühler für ein Kraftfahrzeug.

20

25

Um eine Leistungssteigerung eines Verbrennungsmotors zu erzielen, kann die der Verbrennung zuzuführende Luft beispielsweise mit einem Turbolader verdichtet werden, bevor sie den Brennkammern des Verbrennungsmotors zugeführt wird. Die Verdichtung der Luft bringt jedoch gleichzeitig eine Erwärmung derselben mit sich, die für einen optimalen Ablauf des Verbrennungsprozesses nachteilig ist. Beispielsweise kann dadurch eine verfrühte Zündung oder eine erhöhte Stickoxidemission ausgelöst werden. Um die nachteiligen Folgen von der Verbrennung zugeführter überhitzter Luft zu vermeiden, wird einem Turbolader ein als Ladeluftkühler ausgebildeter Wärmetauscher nachgeschaltet, mit dem die komprimierte Luft vor ihrer Verbrennung auf eine zulässige Temperatur abgekühlt werden kann.

30

Ein Ladeluftkühler ist beispielsweise in der DE 197 57 034 A1 beschrieben. Bei dem dortigen Wärmetauscher wird die heiße Luft in einen ersten Sam-

melkanal des Wärmetauschers eingeleitet, wo sie sich verteilt und in Flachrohre einströmt, die in den Sammelkanal einmünden. Die Flachrohre sind nebeneinander, und mit den die langen Seiten ihres Querschnittes enthaltenden Seitenflächen parallel zueinander angeordnet und bilden einen Strömungsweg aus, durch den kühlende Luft durchgeleitet wird. Im Strömungsweg sind zwischen den Flachrohren Kühlrippen angeordnet, die einen effektiven Wärmeaustausch zwischen den Flachrohren und dem kühlenden Luftstrom bewirken. Nach dem Durchqueren des kühlenden Luftstromes münden die Flachrohre in einem zweiten Sammelkanal, der die darin einströmende gekühlte, komprimierte Ladeluft der Verbrennung im Motor zuführt.

Bei Wärmetauschern wie insbesondere derartigen Ladeluftkühlern sind die Rohre üblicherweise in Öffnungen eines Rohrbodens gesteckt und fluiddicht verlötet. Bei jeder Beladung mit komprimierter Luft unterliegt diese Lötverbindung aufgrund schneller Druckänderungen hohen mechanischen Belastungen. Besonders die Schmalseiten von Flachrohren erfüllen nicht die steigenden Festigkeitsanforderungen, wodurch sich Undichtigkeiten insbesondere an den Ecken solcher Rohr-Boden-Verbindungen ergeben können.

Ein einfacher Weg, um die Festigkeit von Rohr-Boden-Verbindungen zu steigern, ist eine Verwendung von Rohren mit höherer Wandstärke oder von Außen- und/oder Innenrippen mit höherer Materialstärke. Die vergrößerte mechanische Stabilität ist in beiden Fällen einleuchtend, der dafür benötigte Mehraufwand an Materialkosten und -gewicht jedoch sehr hoch.

Andere Lösungsvorschläge befassen sich mit einer Verminderung der mechanischen Beanspruchung der Rohr-Boden-Verbindungen, beispielsweise durch Verwendung von Zugankern in den Ladeluftkästen. Diese Zuganker stabilisieren die Ladeluftkästen und entlasten dadurch die Rohr-Boden-

Verbindungen, bringen jedoch eine Erhöhung des durch den Ladeluftkühler verursachten Druckverlustes mit sich.

5 Die Aufgabe der Erfindung ist es, einen Wärmetauscher bereitzustellen, bei dem eine hohe mechanische Festigkeit von Rohr-Boden-Verbindungen bei geringem Mehraufwand an Material und nicht oder wenig erhöhtem Druckverlust realisierbar ist.

10 Diese Aufgabe wird durch einen Wärmetauscher mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

15 Gemäß Anspruch 1 besteht ein erfindungsgemäßer Wärmetauscher aus zumindest einem Kasten mit zumindest einer Kammer zur Verteilung und/oder Sammlung eines strömenden Mediums und aus Rohren, die zumindest ein Rohrbündel bilden.

20 Ein Rohrbündel im Sinne der Erfindung wird durch nebeneinanderliegende Rohre gebildet. Die Rohre können dabei in einer Reihe oder in mehreren Reihen angeordnet sein.

25 Der zumindest eine Kasten weist einen Rohrboden mit Öffnungen auf, wobei die Rohre in die Öffnungen einsteckbar sind, um mit der zumindest einen Kammer kommunizierend verbunden zu werden. Erfindungsgemäß ist mindestens ein Rohr, das in eine Öffnung des Rohrbodens einsteckbar ist, zumindest in einem Bereich des Rohres, der in der Öffnung steckt, zumindest doppelwandig ausgebildet. Dadurch wird eine feste Lötverbindung zwischen dem Rohr und dem Rohrboden ermöglicht, die auch erhöhte mechanische Stabilitätsanforderungen erfüllt. Der Material- und damit der Kostenmehraufwand gegenüber einem einwandigen Rohr ist besonders gering, wenn  
30 sich der zumindest doppelwandige Bereich des Rohres auf einen Bereich

der Rohrbodenöffnung beschränkt oder nur wenig über diesen Bereich hinausreicht. Hinsichtlich der Festigkeit ist eine solche Beschränkung möglich, da die Stabilitätsanforderungen an das Rohr außerhalb des Bereiches der Rohrbodenöffnung üblicherweise geringer sind, so daß dort eine einwandige Ausführung des Rohres ausreichend ist.

10 Eine Rohrwand im Sinne der Erfindung ist ein dreidimensionales Gebilde, das zu einem Innenraum eines Rohres durch eine Innenfläche oder Wandinnenfläche und zu einem Außenraum oder einer Umgebung des Rohres durch eine Außenfläche oder Wandaußenfläche abgegrenzt ist. Ein doppelwandig ausgebildetes Rohr besitzt demnach zwei solche Wände, nämlich eine innere und eine äußere Wand, wobei sich die Außenfläche der inneren Wand und die Innenfläche der äußeren Wand einander gegenüberstehen. In einem doppelwandigen Bereich kann eine innere oder eine äußere Wand 15 Unterbrechungen aufweisen, d.h. sie muß nicht umlaufend geschlossen sein.

20 Um bei einer bevorzugten Ausgestaltungsform eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers die stabilisierende Wirkung der zumindest doppelwandigen Ausführung eines Rohrbereiches weiter zu erhöhen, berühren sich die Außenfläche einer inneren Rohrwand und die Innenfläche einer äußeren Rohrwand. Besonders bevorzugt sind die innere und die äußere Rohrwand miteinander verlötet oder verschweißt.

25 Gemäß einer bevorzugten Ausbildung eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers wird eine innere oder eine äußere Rohrwand durch einen geformten Blechstreifen gebildet. Eine so entstandene Hülse kann zur Bildung eines zumindest doppelwandigen Bereiches ohne großen Aufwand in ein vorhandenes zumindest einwandiges Rohr eingeschoben oder auf ein 30 zumindest einwandiges Rohr aufgesteckt werden, wenn die Form der Hülse an

die Form des zumindest einwandigen Rohres angepaßt ist. Sowohl die Fertigung als auch die Montage einer solchen Hülse ist besonders einfach und daher kostengünstig zu bewerkstelligen.

- 5 Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausbildung eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers wird eine innere oder eine äußere Rohrwand durch ein extrudiertes Formteil gebildet. Wird die Dicke eines solchen Formteils entlang eines Umfangs variabel gewählt, ist ein zumindest doppelwandiges Rohr mit einer für die Festigkeit ausreichenden Wandstärke herstellbar, wobei an weniger empfindlichen Stellen Material eingespart werden kann, was bei einem Rohr mit konstanter Wandstärke nicht der Fall wäre. Eine extrudierte Hülse kann zur Bildung eines zumindest doppelwandigen Bereiches ebenso wie eine aus einem Blechstreifen geformte Hülse ohne großen Aufwand in ein vorhandenes zumindest einwandiges Rohr eingeschoben oder
- 10
- 15 auf ein zumindest einwandiges Rohr aufgesteckt werden.

- Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers ist das zumindest doppelwandige Rohr als Flachrohr und/oder als Mehrkantrohr ausgebildet. Besonders bei einem Mehrkantrohr kann beispielsweise die Form einer Einschub- oder Aufsteckhülse sehr einfach und dadurch kostengünstig durch entsprechendes Falten eines Blechstreifens an die Wandform des Rohres angepaßt werden.
- 20

- Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltungsform weist das zumindest doppelwandige Rohr zumindest einen Verbindungssteg auf, der gegenüberliegenden Bereiche einer inneren Wand miteinander verbindet. Ein solcher Verbindungssteg bewirkt eine weitere Versteifung des Rohres, was im zumindest doppelwandigen Bereich zu einer weiteren Erhöhung der Stabilität führt. Dadurch kann gegebenenfalls die Dicke einer inneren oder einer äußeren
- 25

Wand ohne Verzicht auf ausreichende Festigkeit der Rohr-Boden-Verbindung reduziert werden.

5      Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist der zumindest eine Verbindungssteg mit der inneren Wand einstückig ausgebildet, insbesondere durch Falten eines Blechstreifens zu einer Hülse mit entsprechender Form. In diesem Fall erfordert der zumindest eine Verbindungssteg keinen zusätzlichen Montageschritt gegenüber einer inneren Wand ohne Verbindungssteg.

10      Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist eine innere Wand auf ihrer Außenseite eine Vertiefung, wie Sicke, auf. Eine solche Sicke trägt einerseits zu einer Versteifung der inneren Wand bei, andererseits zu einer größeren Paßgenauigkeit der inneren in einer äußeren Wand, wenn die äußere Wand eine Erhebung, beispielsweise aufgrund einer Schweißnaht,  
15      aufweist.

Bei einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist die Vertiefung in der Außenfläche der inneren Wand verlaufend ausgebildet, d.h. eine Tiefe und/oder eine Breite der Vertiefung nimmt entlang einer Längsrichtung der  
20      Vertiefung ab. Wird diese verlaufende Form der Vertiefung durch ein Auseinanderdrücken der inneren Wand nach dem Einsetzen in ein zumindest einwandiges Rohr herbeigeführt, verklemmt sich die innere Wand in dem Rohr und wird an einem Herausfallen gehindert, wodurch die Fertigungssicherheit erhöht wird.

25      Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers ist eine äußere Wand eines Rohres mit zumindest einer äußeren Wand eines benachbarten Rohres über zumindest ein Verbindungselement verbunden. Insbesondere bei Flachrohren, deren Schmalseiten einer  
30      besonderen Stabilisierung bedürfen, reicht es aus, die Flachrohre nur im

5 Bereich der Schmalseiten zumindest doppelwandig auszubilden. Dies wird vorteilhaft durch ein Anbringen einer äußeren Wand an ein zumindest einwandiges Rohr bewerkstelligt. Sind die äußeren Wände mehrerer Rohre miteinander verbunden, können diese äußeren Wände in einem Arbeitsschritt an die zumindest einwandigen Rohre angebracht werden, wodurch Montageaufwand und -kosten reduziert sind.

10 Eine besonders bevorzugte Weiterbildung der Erfindung sieht eine einstückige Ausbildung der äußeren Wände zumindest zweier Rohre mit zumindest einem Verbindungselement vor, um die Fertigung noch weiter zu vereinfachen. Besonders einfach und damit kostengünstig ist eine Ausgestaltung der äußeren Wände zumindest zweier Rohre mit zumindest einem Verbindungselement als geformter Blechstreifen, der sehr einfach abschnittsweise an die Form zumindest einwandiger Rohre angepaßt wird, wonach die angepaßten  
15 Abschnitte des Blechstreifens zur Bildung zumindest doppelwandiger Bereiche an die zumindest einwandigen Rohre angebracht und gegebenenfalls an letztere gelötet oder geschweißt werden.

20 Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: Einen Querschnitt eines Rohres eines Wärmetauschers gemäß der vorliegenden Erfindung,

25 Fig. 2: eine perspektivische Ansicht einer inneren Wand eines Rohres,

Fig. 3: eine perspektivische Ansicht einer inneren Wand eines Rohres eines Wärmetauschers,



Fig. 4: eine perspektivische Teilansicht eines aufgebrochenen Wärmetauschers, und

Fig. 5: einen ausschnittsweisen Längsschnitt eines Wärmetauschers.

5

In Fig. 1 ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines zumindest doppelwandigen Rohres in einem erfindungsgemäßen Wärmetauscher in Querschnittsansicht dargestellt. Das Vierkantrrohr 5 besteht aus einer äußeren Wand 10 und einer inneren Wand 20, wobei die Innenfläche 30 der äußeren Wand 10 mit der Außenfläche 40 der inneren Wand 20 verlötet ist.

10

Da bei einem Mehrkantflachrohr wie dem Vierkantrrohr 5 in einem Wärmetauscher wie insbesondere einem Ladeluftkühler die größten mechanischen Belastungen im Bereich der Schmalseiten 50 und 60, besonders im Bereich der Kanten 70, 80, 90 und 100 auftreten, ist dort ein Lötkontakt zwischen der Innenfläche 30 der äußeren Wand 10 und der Außenfläche 40 der inneren Wand 20 besonders vorteilhaft. Die innere Wand 20 ist aus diesem Grund aus einem lotplattierten Blechstreifen zu einer Hülse gefaltet, die vor einem Lötvorgang in die äußere Wand 10 eingesteckt werden kann, so daß die Innenfläche 30 der äußeren Wand 10 die Außenfläche 40 der inneren Wand 20 im wesentlichen entlang des gesamten Rohrumfangs berührt.

15

20

Die Endbereiche 110 und 120 des Blechstreifens sind derart umgeformt, daß sie miteinander und mit einem gegenüberliegenden Bereich der Innenfläche 130 der inneren Wand 20 verlötbar sind, wodurch sie gemeinsam einen Steg 140 bilden, der die gegenüberliegenden Breitseiten 150 und 160 der inneren Wand 20 miteinander verbindet. Das Vierkantrrohr 5 wird damit in dem doppelwandig ausgebildeten Bereich zusätzlich stabilisiert.

25

Fig. 2 zeigt eine als extrudierte Hülse ausgebildete innere Wand 210, die in ein nicht abgebildetes einwandiges Rohr einschiebbar ist, um einen doppelwandigen Bereich in einem Rohr in einem erfindungsgemäßen Wärmetauscher zu bilden, in einer perspektivischen Ansicht. Die Außenfläche 220 der inneren Wand 210 ist in ihrer Form einer Innenfläche einer nicht näher gezeigten äußeren Wand angepaßt, wobei die Eckbereiche 230, 240, 250 und 260 der inneren Wand 210 verstärkt sind, da sie im Betrieb des Wärmetauschers besonderen mechanischen Belastungen ausgesetzt sind. In weniger belasteten Bereichen wie den Breitseiten 270 und 280 ist die innere Wand 210 dünner ausgebildet, wodurch eine Materialersparnis erzielt wird. Zugunsten einer Stabilitätserhöhung sind die Breitseiten 270 und 280 durch Stege 290, 300 und 310 miteinander verbunden.

In Fig. 3 ist ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer inneren Wand 410 eines zumindest doppelwandigen Rohres in einem erfindungsgemäßen Wärmetauscher in perspektivischer Darstellung gezeigt. Die innere Wand 410 ist wie die innere Wand 20 des Ausführungsbeispiels in Fig. 1 aus einem lotplattierten Blechstreifen zu einer Hülse gefaltet und weist einen stabilisierenden Steg 420 auf.

In den Schmalseiten 440 und 450 dieser Hülse befinden sich Sicken 460 und 470, die einerseits die innere Wand 410 versteifen und damit das nicht gezeigte zumindest doppelwandige Rohr zusätzlich stabilisieren und andererseits verhindern, daß die Hülse beim Einschieben in eine äußere Wand an Erhöhungen der Innenfläche der äußeren Wand wie beispielweise Schweißnähten hängenbleibt.

Ein besonderer Vorteil dieser Ausführungsform ergibt sich durch die Möglichkeit, die innere Wand 410 mit Hilfe eines nicht dargestellten Stempels zur Bildung eines zumindest doppelwandigen Bereiches in ein zumindest

einwandiges Rohr zu stecken, wobei die Außenfläche des Stempels größtenteils die Form der Innenfläche 430 der inneren Wand 410 besitzt. Ist die Sicke in der Außenfläche des Stempels verlaufend, d.h. wird sie in ihrer Längsrichtung schmaler und/oder niedriger, werden bei diesem Arbeitsgang die Sicken 460 und 470 der inneren Wand 410 nach außen gedrückt, wodurch die Schmalseiten 440 und 450 verbreitert werden. Da sich die innere Wand dann in der äußeren Wand verklemmt und bis zu einem Lötvorgang an einem Herausfallen aus der äußeren Wand gehindert ist, wird eine Erhöhung der Fertigungssicherheit erreicht.

In Fig. 4 ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers in perspektivischer, aufgebrochener Teilansicht dargestellt. Der Wärmetauscher 610 weist einen Kasten 620 auf, der durch einen Rohrboden 630 und einen Gehäusedeckel 640 gebildet wird, wobei sich im Inneren des Kastens 620 eine Kammer 650 zur Verteilung eines ersten, zu kühlenden Mediums, beispielsweise Luft, befindet. Durch Öffnungen 660 des Rohrbodens 630 sind Rohre 670 gesteckt, die an ihren Enden 680 doppelwandig ausgebildet sind. Mit ihren den Rohrenden 680 gegenüberliegenden Enden 690 münden die Rohre 670 in einen durch einen Rohrboden 700 angedeuteten Kasten zur Sammlung des zu kühlenden Mediums. Das kühlende Medium, beispielsweise ebenfalls Luft, strömt durch die Rohrzwischenräume, wo zu einer Erhöhung des Wärmeübertrags Wellrippen 710 angeordnet sind.

Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers in einem Längsschnitt. Wie bei dem in Fig. 4 dargestellten Beispiel stecken bei dem Wärmetauscher 810 Rohre 820 in Öffnungen 830 und 840 von Rohrböden 850 und 860, wobei zwischen den Rohren 820 wiederum Wellrippen 870 zu einer verbesserten Wärmeübertragung angebracht sind. Im Bereich der Rohrbodenöffnungen 830 und 840 sind Hülsen 880 und

890 als innere Wände in die Rohrenden 900 und 910 eingesteckt, wodurch die Rohre 820 im Bereich der Verlötung mit den Rohrböden 850 und 860 doppelwandig ausgebildet sind. Diese bezüglich einer Dichtigkeit und/oder Festigkeit empfindlichen Rohrbereiche werden dadurch bei geringem Materialmehraufwand verstärkt, da große Teile 920 der Rohre 820 einwandig bleiben.

Die vorliegende Erfindung wurde am Beispiel eines Ladeluftkühlers für ein Kraftfahrzeug beschrieben. Es wird jedoch darauf hingewiesen, daß der erfindungsgemäße Wärmetauscher auch für andere Zwecke geeignet ist.

5

## Patentansprüche

10

1. Wärmetauscher, insbesondere Ladeluftkühler für ein Kraftfahrzeug, mit zumindest einem Kasten mit zumindest einer Kammer zur Verteilung und/oder Sammlung eines strömenden Mediums und zumindest einem Rohrbündel, welches aus Rohren besteht, die mit der zumindest einen Kammer kommunizierend verbunden sind, wobei der zumindest eine Kasten einen Rohrboden mit Öffnungen, in die die Rohre des Rohrbündels einsteckbar sind, aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Rohr zumindest in einem Bereich, der in einer Öffnung des Rohrbodens steckt, zumindest doppelwandig ausgebildet ist.

15

20

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine innere Wand des zumindest einen Rohres zumindest teilweise flächig an einer äußeren Wand des zumindest einen Rohres anliegt.

25

3. Wärmetauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die innere Wand mit der äußeren Wand zumindest stellenweise verlötet oder verschweißt ist.

4. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine innere oder eine äußere Wand des zumindest einen Rohres als geformter Blechstreifen ausgebildet ist.
- 5 5. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine innere oder eine äußere Wand des zumindest einen Rohres als extrudiertes Formteil ausgebildet ist.
- 10 6. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das zumindest eine Rohr als Flachrohr und/oder Mehrkantrrohr ausgebildet ist.
- 15 7. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das zumindest eine Rohr zumindest einen Verbindungssteg aufweist, der gegenüberliegende Bereiche einer inneren Wand miteinander verbindet.
- 20 8. Wärmetauscher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest eine Verbindungssteg mit der inneren Wand einstückig ausgebildet ist.
- 25 9. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine innere Wand auf ihrer Außenseite eine Vertiefung aufweist.
10. Wärmetauscher nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefung länglich ausgebildet ist und eine Tiefe und/oder eine Breite der Vertiefung entlang einer Längsrichtung der Vertiefung abnimmt.

11. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine äußere Wand eines Rohres mit zumindest einer äußeren Wand eines benachbarten Rohres über zumindest ein Verbindungselement verbunden ist.

5

12. Wärmetauscher nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die äußeren Wände zumindest zweier Rohre mit zumindest einem Verbindungselement einstückig ausgebildet sind.

10

13. Wärmetauscher nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die äußeren Wände zumindest zweier Rohre mit zumindest einem Verbindungselement als geformter Blechstreifen ausgebildet sind.

5

## **Z u s a m m e n f a s s u n g**

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, insbesondere einen Ladeluftkühler für ein Kraftfahrzeug.

10



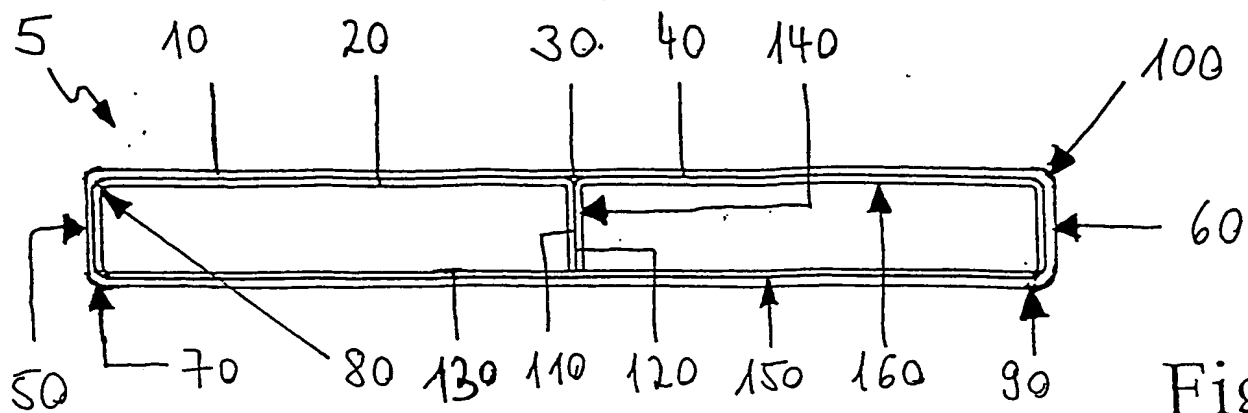


Fig. 1

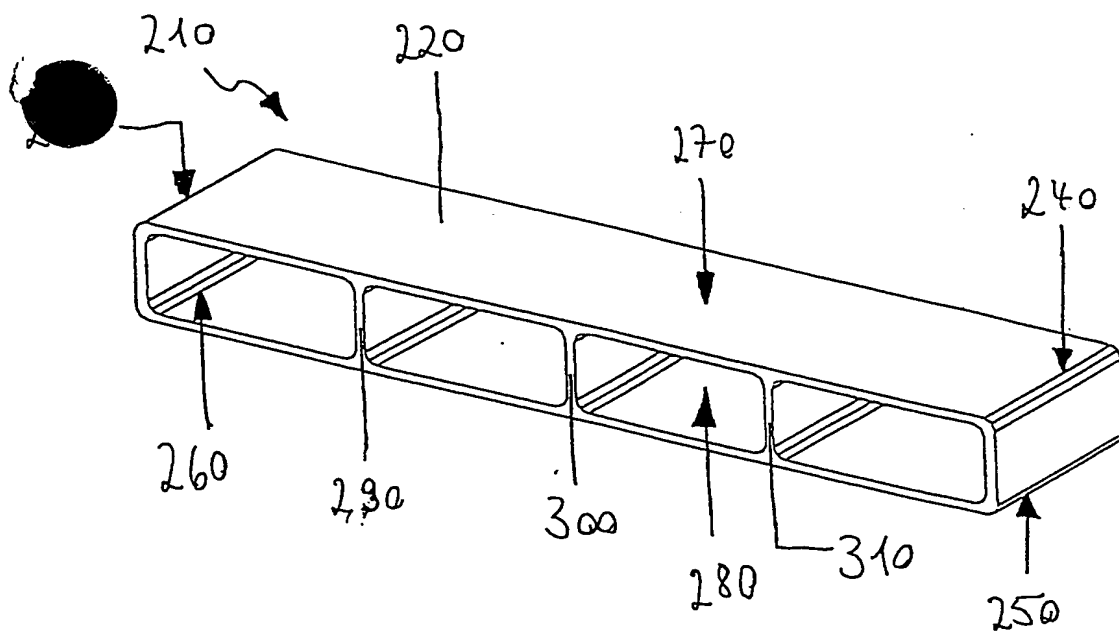


Fig. 2

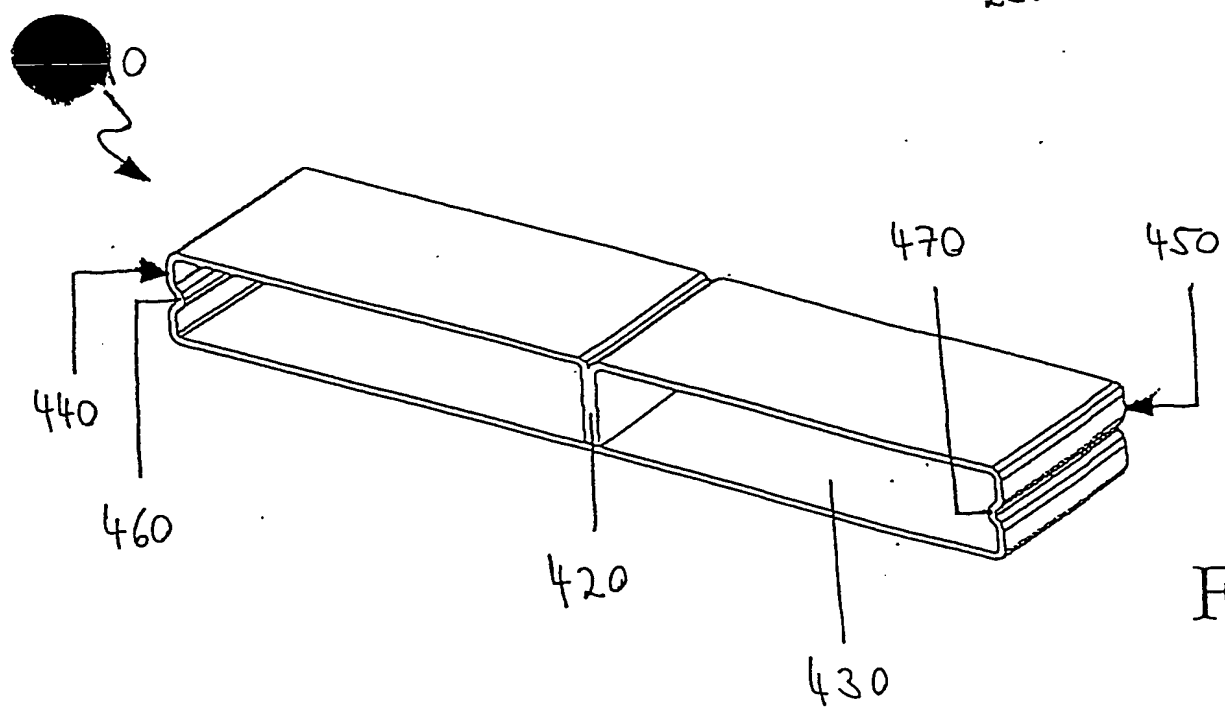


Fig. 3

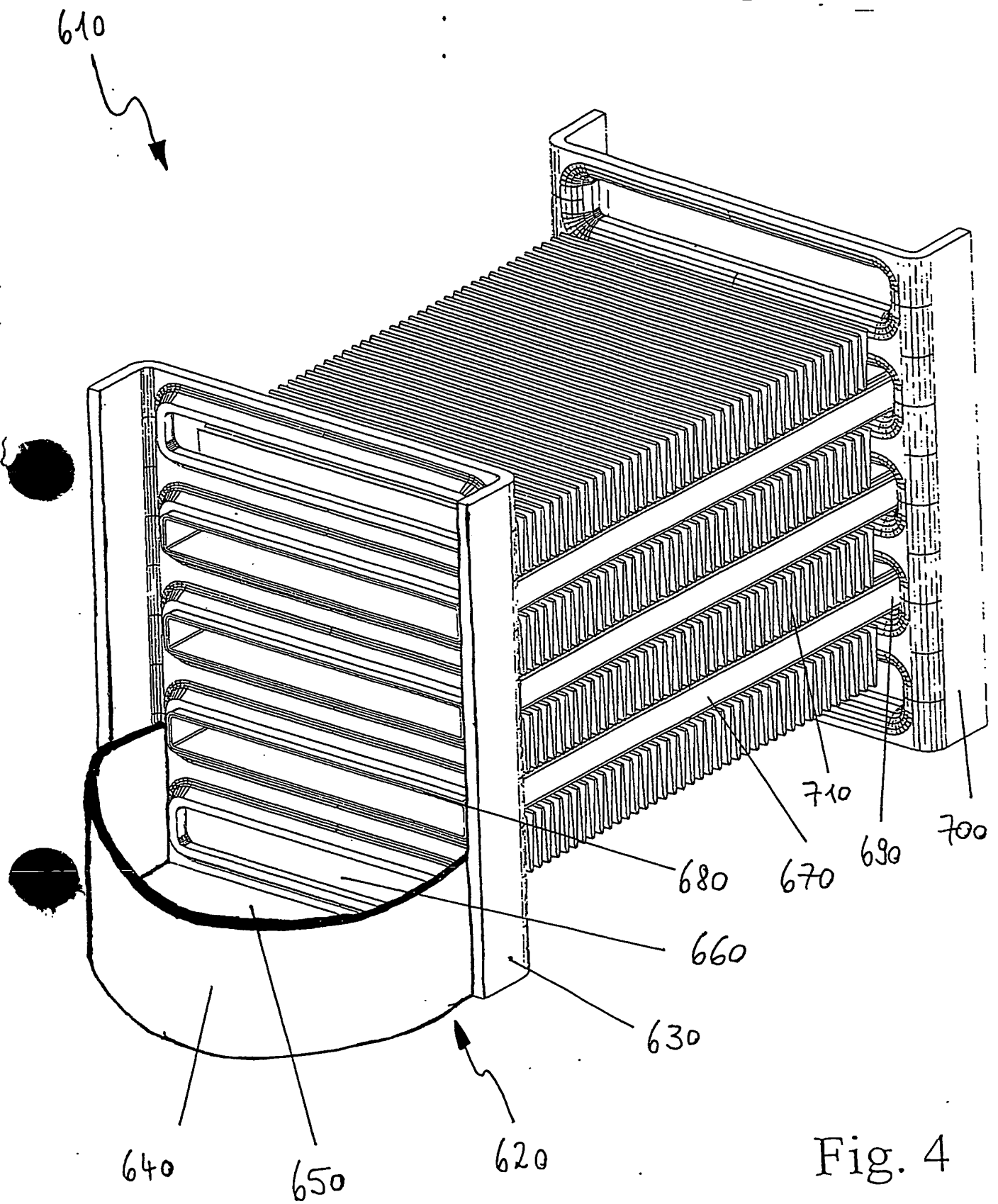


Fig. 4

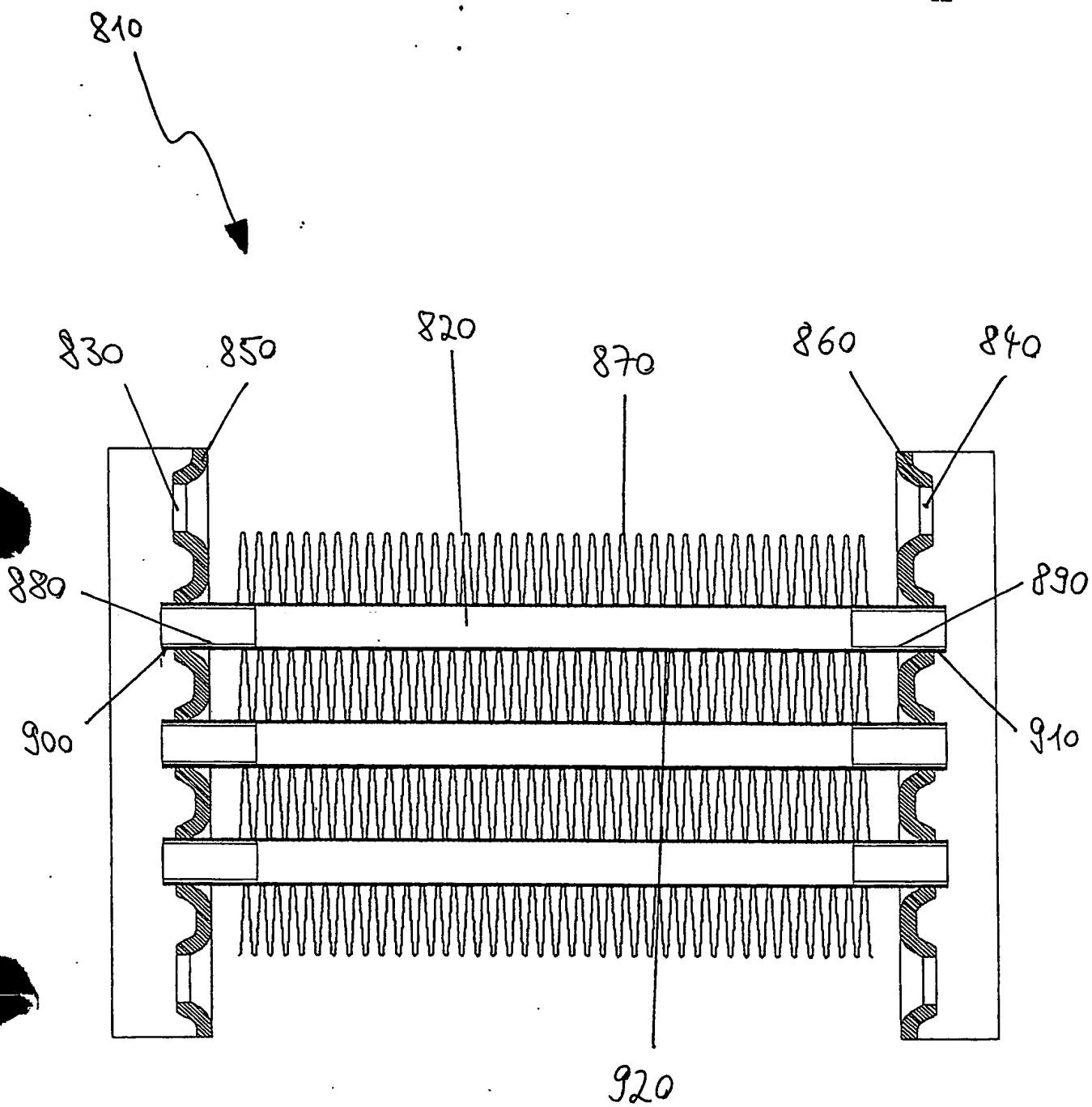


Fig. 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**